

<b>Requested document:</b>	<b><a href="#">JP2004179644 click here to view the pdf document</a></b>
----------------------------	---

## PHOSPHOR LAMINATION AND LIGHT SOURCE USING THE SAME

Patent Number:

Publication date: 2004-06-24

Inventor(s): NAITO TAKAHIRO; TAMAOKI HIROTO

Applicant(s): NICHIA KAGAKU KOGYO KK

Requested Patent: ☐ [JP2004179644](#)

Application Number: JP20030380788 20031111

Priority Number(s): JP20030380788 20031111; JP20020328938 20021112

IPC Classification: H01L33/00; C09K11/02; C09K11/08; C09K11/59; C09K11/80

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a phosphor lamination, in which two types of phosphor layers are laid on a semiconductor light-emitting element, such as an LED or an LD to enhance color rendering properties, with enhanced luminous efficiency and reduced the deterioration of the phosphor layers by adjusting the mixture of a diffusing agent, a binder resin, and a phosphor in each phosphor layer, and to provide a white light-emitting device or the like, using the phosphor lamination.

**SOLUTION:** In this phosphor lamination, a first phosphor layer and a second phosphor layer which includes a phosphor emitting a fluorescent light of a wavelength shorter than that of the fluorescent light emitted by the phosphor in the first phosphor layer are laid on a semiconductor light-emitting element such as an LED or an LD. In the lamination structure, where the first phosphor layer is positioned closer to the semiconductor light-emitting element than the second phosphor layer, the blending quantity or the refractive index of the diffusing agent and/or the binder resin in the first and second phosphor layers is adjusted.

**COPYRIGHT:** (C)2004,JPO

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-179644

(P2004-179644A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 33/00	H 0 1 L 33/00	4 H 0 0 1
C 0 9 K 11/02	C 0 9 K 11/02	5 F 0 4 1
C 0 9 K 11/08	C 0 9 K 11/08	G
C 0 9 K 11/59	C 0 9 K 11/08	J
C 0 9 K 11/80	C 0 9 K 11/59 C Q H	
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-380788 (P2003-380788)  
 (22) 出願日 平成15年11月11日(2003.11.11)  
 (31) 優先権主張番号 特願2002-328938 (P2002-328938)  
 (32) 優先日 平成14年11月12日(2002.11.12)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000226057  
 日亜化学工業株式会社  
 徳島県阿南市上中町岡491番地100  
 (74) 代理人 100074354  
 弁理士 豊柄 康弘  
 (74) 代理人 100091465  
 弁理士 石井 久夫  
 (72) 発明者 内藤 隆宏  
 徳島県阿南市上中町岡491番地100  
 日亜化学工業株式会社内  
 (72) 発明者 玉置 寛人  
 徳島県阿南市上中町岡491番地100  
 日亜化学工業株式会社内

最終頁に続く

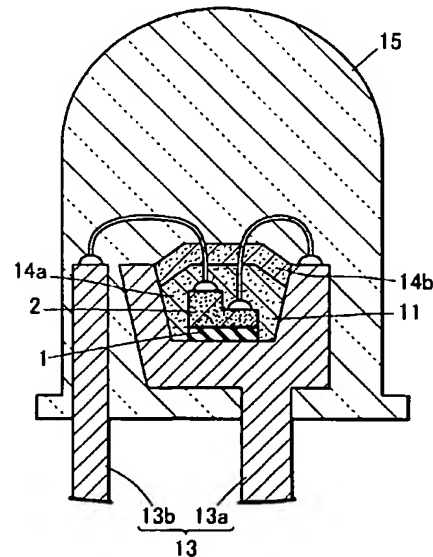
(54) 【発明の名称】 蛍光体積層構造及びそれを用いる光源

## (57) 【要約】

【課題】 LEDもしくはLD等の半導体発光素子上に二種類の蛍光体層を積層することによって演色性を高めるように積層した蛍光体積層構造において、それぞれの蛍光体層中に、拡散剤、バインダー樹脂、及び蛍光体を調整して配合し、発光効率を高め、蛍光体層の劣化を抑えた蛍光体積層構造及びそれを用いた白色等発光装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 LEDもしくはLD等の半導体発光素子上に、第1の蛍光体層と、第1の蛍光体層中の蛍光体の波長より短い蛍光を発する蛍光体を含有する第2の蛍光体層とを少なくとも積層してなる蛍光体積層構造であって、前記第1の蛍光体層を前記第2の蛍光体層よりも前記半導体発光素子に近い方に配置した積層構造において、前記第1及び第2の蛍光体層中の拡散剤及び／又はバインダー樹脂の配合量もしくは屈折率を調節する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

半導体発光素子上に、蛍光体、拡散剤、及びバインダー樹脂からなる蛍光体層を複数層積層してなり、前記半導体発光素子に近い方の第1の蛍光体層が、前記半導体発光素子から遠い方の第2の蛍光体層より波長の長い蛍光を発する蛍光体を含んでなる蛍光体積層構造であって、

前記第1の蛍光体層は、前記第2の蛍光体層に含まれる拡散剤と同等または屈折率の大きい拡散剤を含み、その配合量が前記第2の蛍光体層より多いことを特徴とする蛍光体積層構造。

## 【請求項 2】

前記第1の蛍光体層は、前記半導体発光素子の少なくとも一部を被覆し、前記第2の蛍光体層は、該第1の蛍光体層と半導体発光素子の少なくとも一部とを被覆する請求項1に記載の蛍光体積層構造。

## 【請求項 3】

前記拡散剤は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、及び $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  からなる酸化物群から選択される少なくとも1種である請求項1または2に記載の蛍光体積層構造。

## 【請求項 4】

第1及び第2の蛍光体層中の拡散剤の種類が異なり、前記第1の蛍光体層中の拡散剤の屈折率が、前記第2の蛍光体層中の拡散剤の屈折率より大きい請求項1乃至3に記載の蛍光体積層構造。

## 【請求項 5】

第1及び第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の種類が異なり、前記第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率が、前記第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率より大きいことを特徴とする請求項1乃至4に記載の蛍光体積層構造。

## 【請求項 6】

バインダー樹脂はエポキシ樹脂、アクリル樹脂、イミド樹脂、シリコン樹脂、ユリア樹脂からなる群から選ばれる請求項1乃至5に記載の蛍光体積層構造。

## 【請求項 7】

前記第1及び第2の蛍光体層中の拡散剤が同一であって、前記第1の蛍光体層中の拡散剤の配合量が、第2の蛍光体層中の拡散剤の配合量より多くしてなる請求項1乃至6に記載の蛍光体積層構造。

## 【請求項 8】

第1及び第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の種類が同一であり、前記第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂と拡散剤との屈折率差が、前記第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂と拡散剤との屈折率差より大きいことを特徴とする請求項1乃至7に記載の蛍光体積層構造。

## 【請求項 9】

第1及び第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の種類が異なり、前記第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率が、前記第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率より大きく、かつ、前記第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂と拡散剤の屈折率差が、前記第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂と拡散剤の屈折率差より大きいことを特徴とする請求項1乃至8に記載の蛍光体積層構造。

## 【請求項 10】

第1及び第2の蛍光体層中の拡散剤及び／又はバインダー樹脂の種類が異なり、第1の蛍光体層中の拡散剤とバインダー樹脂との平均屈折率が、第2の蛍光体層中の拡散剤とバインダー樹脂との平均屈折率より大きいことを特徴とする請求項1乃至9に記載の蛍光体積層構造。

## 【請求項 11】

青色が発光可能な半導体発光素子上に、蛍光体、拡散剤、及びバインダー樹脂からなる

10

20

30

40

50

蛍光体層を複数積層してなる光源において、

前記半導体発光素子に近い方の第1の蛍光体層はシリコンナイトライド系蛍光体であって、前記半導体発光素子からより遠い方の第2の蛍光体層より波長の長い蛍光を発する蛍光体は少なくともアルミニウムガーネット系蛍光体である光源であり、

前記第1の蛍光体層は、前記第2の蛍光体層に含まれる拡散剤と同等または屈折率の大きい拡散剤を含み、その配合量が前記第2の蛍光体層より多いことを特徴とする光源。

【請求項12】

前記第1の蛍光体層は、前記半導体発光素子の主面の少なくとも一部を被覆し、前記第2の蛍光体層は、該第1の蛍光体層と半導体発光素子の側面方向とを被覆する請求項11に記載の光源。

【請求項13】

紫外線を発することが出来る半導体発光素子上に、蛍光体、拡散剤、及びバインダー樹脂からなる蛍光体層を複数層積層してなる光源において、

前記半導体発光素子に近い方の第1の蛍光体層は、紫外励起赤色発光蛍光体を含み、前記第2の蛍光体層は紫外励起緑色発光蛍光体を含み、かつ、前記第3の蛍光体層は紫外励起青色発光蛍光体を含み、

前記第1の蛍光体層は、前記第2の蛍光体層に含まれる拡散剤と同等または屈折率の大きい拡散剤を第2の蛍光体層より多く含み、前記第2の蛍光体層は、前記第3の蛍光体層に含まれる拡散剤と同等または屈折率の大きい拡散剤を第3の蛍光体層より多く含むことを特徴とする光源。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光素子（発光ダイオードもしくはレーザーダイオード等）を有する蛍光体積層構造及びそれを用いる光源に関する。

【0002】

尚、本明細書においては、LEDもしくはLDチップそのものは「発光素子」もしくは「半導体発光素子」と呼び、LEDもしくはLDチップ、前記チップ上に積層された蛍光体、及び電極などの光学装置を含む発光装置全体を「発光装置」「光源」と呼ぶことにする。

【背景技術】

【0003】

白色系の混色光を発する光源は、低電圧駆動、小型軽量化、耐久性、長寿命などの長所を有し、次世代の省エネルギー照明源として、また、車載の表示光源や携帯電話表示部のバックライトとして脚光を浴びている。

【0004】

例えば、半導体発光素子上に蛍光体層を設け、白色系の混色光を発する光源とする方法には、青色発光素子からの発光の一部を蛍光体で波長変換し、残る青色発光と蛍光体からの発光との混色により白色発光を得る方法と、発光素子として紫外発光素子を用い、赤（R）、緑（G）、青（B）を発光する蛍光体を用いて白色光を得る方法とが提案されている。前者では蛍光体としてセリウムで付活されたYAGが使用されているが、混色により形成されるスペクトルは、比較的赤色領域成分が少なく、赤色成分を必要とする分野での使用では演色性が充分でないという問題がある。そこで、後者の、RGBを発光する蛍光体を使用して白色光を得る方法が演色性に優れた白色光を比較的得やすいので推奨される。しかしながら、RGB比率により白色が形成されるため、その比率が正しく、かつ均等でない、色むらが生じやすいという問題がある。このような発光の「むら」はRGBのそれぞれの蛍光体の比重や粒径の違いにより、その塗布および樹脂の硬化工程で発生することが見出されており、かかる解決策として実質的に平坦な面上に一定の厚みを有する蛍光体を形成する構造が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2000-31532号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、上記従来の構造上の改善策は抜本的でない。すなわち、例えば蛍光体層厚みを均一に形成できても蛍光体の層中の分布の不均一性に基づく色むらの発生は解決できない。

## 【0006】

したがって、本発明者らは複数の蛍光体層を積層する場合に膜厚、蛍光体の層中の不均一性に基づく、色むらを解消すべく、鋭意検討の結果、蛍光体層を積層する構造の場合、各層の拡散効率を調整することにより、色むらだけでなく、全体としての輝度向上を達成できることを見出した。

## 【0007】

したがって、本発明の第1の目的は、蛍光体層を積層する場合の色むらを解消するとともに、全体としての輝度の向上を図ることができ蛍光体積層構造を提供することにある。

## 【0008】

さらに、本発明の第2の目的は、青色または紫外発光可能な半導体発光素子上に、複数の蛍光体層を積層して光源とする場合に、色むらによる品質の低下がなく、輝度の向上を図れる光源を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

上記第1の目的は、半導体発光素子上に、蛍光体、拡散剤、及びバインダー樹脂からなる蛍光体層を複数層積層してなり、前記半導体発光素子に近い方の第1の蛍光体層が、前記半導体発光素子から遠い方の第2の蛍光体層より波長の長い蛍光を発する蛍光体を含んでなる蛍光体積層構造であって、前記第1の蛍光体層は、前記第2の蛍光体層に含まれる拡散剤と同等または屈折率の大きい拡散剤を含み、その配合量が前記第2の蛍光体層より多いことを特徴とする蛍光体積層構造により達成される。また、前記第1の蛍光体層は、前記半導体発光素子の少なくとも一部を被覆し、前記第2の蛍光体層は、該第1の蛍光体層と半導体発光素子の少なくとも一部とを被覆することが好ましい。

## 【0010】

前記波長変換中の大きい第1の蛍光体層中の拡散材の拡散効果を第2の蛍光体層よりも多くすることにより、色むらがなく、しかも輝度及び効率を向上させることができるからである。その作用機能の詳細は不明であるが、波長変換中の大きい第1層の拡散効率を高めることにより、第1層だけでなく、第2層における効率のよい波長変換が達成できるものと思われる。

## 【0011】

具体的には、前記拡散剤は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 及び $\text{CaCO}_3$ からなる酸化物から選択される少なくとも1種であることが好ましい。酸化物拡散材は蛍光体とのなじみがよく、特に以下で定義されるシリコンナイトライド蛍光体の劣化を早めることがないことが見出されている。

## 【0012】

本発明の蛍光体積層構造は、第1及び第2の蛍光体層中の拡散剤の種類が異なる場合は、前記第1の蛍光体層中の拡散剤の屈折率が、前記第2の蛍光体層中の拡散剤の屈折率より大きくなるように配合するのがよい。拡散材配合の絶対量を減少させ、効率よい波長変換を望めるからである。

## 【0013】

本発明の蛍光体積層構造は、前記第1及び第2の蛍光体層中の拡散剤が同一種である場合は、前記第1の蛍光体層中の拡散剤の配合量が、第2の蛍光体層中の拡散剤の配合量より多くなる。同一種拡散材を使用することにより第1層と第2層の拡散効率の調整が容易となる。

## 【0014】

本発明の蛍光体積層構造に用いるバインダー樹脂としては、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、イミド樹脂、シリコン樹脂、ユリア樹脂を用いるのがよい。第1層と第2層のバインダー樹脂は共通とするのが製造上便利であるが、第1及び第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の種類が異なってもよい。その場合は、前記第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率が、前記第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率より大きいのが好ましい。界面での光反射を少なくすることができるからである。

## 【0015】

第1及び第2の蛍光体層中の拡散材の有効屈折率はバインダー樹脂と拡散材の屈折率差に依存する。したがって、バインダー樹脂の種類が同一である場合は、前記第1の蛍光体層中の拡散材配合量の調整で第1層と第2層の拡散効果を調節することもできるが、その量的調整とともに、または量的調整とは独立してバインダー樹脂と拡散剤との屈折率差が、前記第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂と拡散剤との屈折率差より大きくなるようにすることにより、第1層と第2層の拡散効率を調整することができる。他方、第1及び第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の種類が異なる場合は、前記第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率が、前記第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率より大きく、かつ、前記第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂と拡散剤の屈折率差が、前記第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂と拡散材の屈折率差より大きくすることにより、第1層及び第2層の拡散効率を調節することができる。要するに、本発明により所定の作用効果を得るためには、第1及び第2の蛍光体層中の拡散剤及びバインダー樹脂により構成される平均屈折率が、第2の蛍光体層中の拡散剤とバインダー樹脂との平均屈折率より大きくなるように調整する必要がある。

## 【0016】

本発明の第2の目的は、青色が発光可能な半導体発光素子に適用する場合は、蛍光体、拡散剤、及びバインダー樹脂からなる蛍光体層を複数層積層してなる光源において、

前記半導体発光素子に近い方の第1の蛍光体層はシリコンナイトライド系蛍光体を含み、前記半導体発光素子からより遠い方の第2の蛍光体層より波長の長い蛍光を発する蛍光体が少なくともアルミニウムガーネット系蛍光体を含む光源であり、前記第1の蛍光体層は、前記第2の蛍光体層に含まれる拡散剤と同等または屈折率の大きい拡散剤を含み、その配合量が前記第2の蛍光体層より多くする構成により達成される。

## 【0017】

紫外線を発することができる半導体発光素子に適用する場合は、蛍光体、拡散剤、及びバインダー樹脂からなる蛍光体層を複数層積層してなる光源において、

前記半導体発光素子に近い方の第1の蛍光体層は、紫外励起赤色発光蛍光体を含み、前記第2の蛍光体層は紫外励起緑色発光蛍光体を含み、かつ、前記第3の蛍光体層は紫外励起青色発光蛍光体を含み、

前記第1の蛍光体層は、前記第2の蛍光体層に含まれる拡散剤と同等または屈折率の大きい拡散剤をより多く含み、前記第2の蛍光体層は、前記第3の蛍光体層に含まれる拡散剤と同等または屈折率の大きい拡散剤をより多く含む構成により達成することができる。

## 【0018】

本発明の蛍光体積層構造を有する光源は、積層される蛍光体層の拡散効果を調整することにより、色むらが解消され、高い歩留まりが達成される。しかも積層される蛍光体層の拡散効果を調整することにより、蛍光体の拡散効果の調整がされていないものに比して輝度の向上が得られる。

## 【発明の効果】

## 【0019】

以上説明したように、本発明に係る蛍光体積層構造及びそれを用いる光源は、半導体発光素子上に、蛍光体、拡散剤、及びバインダー樹脂からなる蛍光体層を積層する構造であって、第1の蛍光体層が波長の長い蛍光を発する蛍光体を含み、第2の蛍光体層が波長の短い蛍光を発する蛍光体を含んでなる積層構造であって、前記第1の蛍光体層を前記第2

の蛍光体層よりも発光素子に近い方に配置する積層構造において、前記第1の蛍光体層中の拡散剤配合量を前記第2の蛍光体層中の配合量よりも多くしたこと、前記第1の蛍光体層中の拡散剤及び／又はバインダー樹脂の屈折率が、前記第2の蛍光体層中の拡散剤の屈折率より大きくなるように配合したことを特徴とする。即ち、このことによって輝度及び効率を向上させることが可能である。また、自己吸収を抑制して蛍光体の光を効率よく取り出すことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明に係る発光装置、蛍光体、拡散剤、及びバインダー樹脂を、発明の実施の形態及び実施例を用いて説明する。ただし、本発明はこの実施の形態及び実施例に限定されない。

10

<発光装置1>

図1は、本発明に係る発光装置1を示す図である。発光装置1は、サファイア基板1の上部に積層された青色光を発光できる半導体層2と、前記半導体層2に形成された電極から延びるワイヤで導電接続されたリードフレームと、前記サファイア基板1と半導体層2とから構成される半導体発光素子の外周を覆うように設けられたシリコンナイトライド蛍光体層14a、YAG:Ce系蛍光体層14b、前記積層蛍光体層14a及びb、及びリードフレーム13の外周面を覆うエポキシ樹脂15とから構成されている。

【0021】

発光装置1で青色光を発光した第1の発光スペクトルは、まず、第1のシリコンナイトライド蛍光体層14aに照射され、その一部が吸収され、波長変換された第2の発光スペクトルを発する。この第2の発光スペクトルは第2のYAG:Ce系蛍光体層14bに照射されるが、これに吸収されることなく、透過する。他方、前記シリコンナイトライド蛍光体層14aを透過した第1の発光スペクトルの一部が、第2のYAG:Ce系蛍光体層14bに照射され、一部が吸収され、波長変換された第3の発光スペクトルが発光される。したがって、上記発光装置からは第1の青色スペクトル、第2の赤色スペクトル及び第3の黄色スペクトルが合わさって演色性の高い白色を発光することになる。

20

【0022】

<発光装置2>

図2は、本発明に係る発光装置2を示す図である。発光装置2は、サファイア基板1の上部に積層された近紫外線を発光できる半導体層2と、前記半導体層2に形成された電極から延びるワイヤで導電接続されたリードフレームと、前記サファイア基板1と半導体層2とから構成される半導体発光素子の外周を覆うように設けられた紫外励起赤色発光蛍光体層24a、紫外励起緑色発光蛍光体層24b、紫外励起青色発光蛍光体層24c、前記積層蛍光体層24a～24c、及びリードフレーム13の外周面を覆うエポキシ樹脂15とから構成されている。

30

【0023】

発光装置2で近紫外線を発光した第1の発光スペクトルは、まず、第1の赤色発光蛍光体層24aに照射され、その一部が吸収され、波長変換された第2の発光スペクトルを発する。この第2の発光スペクトルは第2の緑色発光蛍光体層24bに照射されるが、これに吸収されることなく、透過する。他方、前記赤色発光蛍光体層24aを透過した第1の発光スペクトルの一部が、第2の緑色発光蛍光体層24bに照射され、一部が吸収され、波長変換された第3の発光スペクトルが発光される。この第3の発光スペクトルは第3の青色発光蛍光体層24cに照射されるが、これに吸収されることなく、透過する。他方、前記赤色発光蛍光体層24a、緑色発光蛍光体層24bを透過した第1の発光スペクトルの一部が、第3の青色発光蛍光体層24cに照射され、一部が吸収され、波長変換された第4の発光スペクトルが発光される。したがって、上記発光装置からは第2の赤色スペクトルと第3の緑色スペクトルと第4の青色スペクトルが合わさって演色性の高い白色を発光することになる。

40

【0024】

50

### <半導体発光素子>

光源の励起用LEDとしては、InGa<sub>x</sub>Nを発光層とする公知の単一または多重量子井戸構造の青色LEDおよびAlInGa<sub>x</sub>N、Ga<sub>x</sub>NまたはAlGa<sub>x</sub>Nを発光層とする公知の単一または多重量子井戸構造の近紫外LEDを使用することができる。

【0025】

### <蛍光体>

本実施の形態に用いられる蛍光体は、発光素子から放出された可視光や紫外光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光するものである。本実施の形態における蛍光体は、バインダー樹脂により固着されて蛍光体層に含有される他、LEDチップをパッケージに固定するための絶縁性接着剤（例えば、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、硝子のような透光性無機部材）の中に含有されることもできる。また、本実施の形態における蛍光体層は、モールド部材5の表面を被覆するようなキャップとして設けられる他、モールド部材の表面あるいは発光素子から間隔をあけて、モールド部材中にシート状の蛍光体層として設けることもできる。

10

本実施の形態に用いられる蛍光体としては、少なくともLEDチップの半導体発光層から発光された光によって励起され、波長変換した光を発光する蛍光体をいい、該蛍光体を固着させる結着剤とともに波長変換部材とされる。

本発明に係る蛍光体は、平均粒径が3μm以上であり、かつ粒度分布測定で2μm以下の粒径の粒子が体積分布で10%以下である蛍光体粒子から構成されるのがよい。好ましくは平均粒径が5μm以上15μm以下、さらに好ましくは平均粒径が10μm以上12μm以下である。蛍光体層を形成する際の形成ばらつきを抑えることが可能となり、配向ばらつきの少ない高輝度を得ることができる。

20

【0026】

### (RGB蛍光体)

例えば、紫外線照射により青色発光が可能なものとして、規則的な結晶成長形状としてほぼ六角形状を有する成長粒子から構成され、青色領域の発光を行うBaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>：Euで表されるユウロビウム賦活バリウムマグネシウムアルミネート系蛍光体、規則的な結晶成長形状としてほぼ球形状を有する成長粒子から構成され、青色領域の発光を行う(Ca、Sr、Ba)<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl：Euで表されるユウロビウム賦活八口リン酸カルシウム系蛍光体、規則的な結晶成長形状としてほぼ立方体形状を有する成長粒子から構成され、青色領域の発光を行う(Ca、Sr、Ba)<sub>2</sub>B<sub>5</sub>O<sub>9</sub>Cl：Euで表されるユウロビウム賦活アルカリ土類クロコホレート系蛍光体、破断面を有する破断粒子から構成され、青緑色領域の発光を行う(Sr、Ca、Ba)Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>：Euまたは(Sr、Ca、Ba)<sub>4</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>25</sub>：Euで表されるユウロビウム賦活アルカリ土類アルミネート系蛍光体が挙げられる。

30

紫外線照射により緑色発光が可能なものとして、破断面を有する破断粒子から構成され、緑色領域の発光を行う(Mg、Ca、Sr、Ba)Si<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>：Euで表されるユウロビウム賦活アルカリ土類シリコンオキシナイトライド系蛍光体、破断面を有する破断粒子から構成され、緑色領域の発光を行う(Ba、Ca、Sr)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>：Euで表されるユウロビウム賦活アルカリ土類マグネシウムシリケート系蛍光体が挙げられる。

40

紫外線照射により赤色発光が可能な蛍光体として、赤色破断面を有する破断粒子から構成され、赤色領域の発光を行う(Mg、Ca、Sr、Ba)<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>：Euで表されるユウロビウム賦活アルカリ土類シリコンナイトライド系蛍光体、規則的な結晶成長形状としてほぼ球形状を有する成長粒子から構成され、赤色領域の発光を行う(Y、La、Gd、Lu)<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S：Euで表されるユウロビウム賦活希土類オキシカルユゲナイト系蛍光体等が挙げられる。

【0027】

### (アルミニウム・ガーネット系蛍光体)

本実施の形態に用いられるアルミニウム・ガーネット系蛍光体とは、Alを含み、かつY、Lu、Sc、La、Gd、Tb、Eu及びSmから選択された少なくとも一つの元素

50



と、Ga及びInから選択された一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された蛍光体であり、半導体発光素子から発光された可視光や紫外線で励起されて発光する蛍光体である。例えば、上述したYAG系蛍光体の他、 $Tb_{2.95}Ce_{0.05}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.90}Ce_{0.05}Tb_{0.05}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.94}Ce_{0.05}Pr_{0.01}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.90}Ce_{0.05}Pr_{0.05}Al_5O_{12}$ 等が挙げられる。これらのうち、本実施の形態において、特にYを含み、かつCeあるいはPrで付活され組成の異なる2種類以上のイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体を利用される。

#### 【0028】

具体的な蛍光体としては、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体（以下、「YAG系蛍光体」と呼ぶことがある。）が挙げられる。特に、高輝度且つ長時間の使用時においては $(Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$ （ $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、但し、Reは、Y、Ga、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。）などが好ましい。

$(Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが470nm付近などにさせることができる。また、発光ピークも530nm付近にあり720nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持たせることができる。

#### 【0029】

本実施の形態における発光装置における蛍光物質として、2種類以上の蛍光体を混合させてもよい。即ち、Al、Ga、Y、La及びGaやSmの含有量が異なる2種類以上の $(Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$  蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。また、現在のところ半導体発光素子の発光波長には、バラツキが生ずるものがあるため2種類以上の蛍光体を混合調整させて所望の白色系の混色光などを得ることができる。具体的には、半導体発光素子の発光波長に合わせて色度点の異なる蛍光体の量を調整し含有させることでその蛍光体間と発光素子で結ばれる色度図上の任意の点を発光させることができる。

#### 【0030】

発光層に窒化物系化合物半導体を用いた半導体発光素子から発光した青色系の光と、青色光を吸収させるためホテーカーが黄色である蛍光体から発光する緑色系の光と、必要に応じて赤色系の光との混色表示をさせると所望の白色系発光色表示を行うことができる。発光装置はこの混色を起こさせるために蛍光体の粉体やバルクをエポキシ樹脂、アクリル樹脂或いはシリコン樹脂などの各種樹脂や酸化珪素、酸化アルミニウムなどの透光性無機物中に含有させることもできる。このように蛍光体が含有されたものは、半導体発光素子からの光が透過する程度に薄く形成させたドット状のものや層状ものなど用途に応じて種々用いることができる。蛍光体と透光性無機物との比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

YAG系蛍光体を使用すると、放射照度として $(E_e) = 0.1 W \cdot cm^{-2}$ 以上1000  $W \cdot cm^{-2}$ 以下の半導体発光素子と接する或いは近接して配置された場合においても高効率に十分な耐光性を有する発光装置とすることができる。

#### 【0031】

本実施の形態に用いられるセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である緑色系が発光可能なYAG系蛍光体では、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起吸収スペクトルのピーク波長が420nmから470nm付近にさせることができる。また、発光ピーク波長 $\lambda_p$ も510nm付近にあり700nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。一方、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である赤色系が発光可能なYAG系蛍光体でも、ガーネット構造であり熱、光及び水分に強く、励起吸収スペクトルのピーク波長が420nmから470nm付近にさせることができる。また、発光ピーク波長 $\lambda_p$ が600nm付近にあり

10

20

30

40

50

750nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。

#### 【0032】

ガーネット構造を持ったYAG系蛍光体の組成の内、Alの一部をGaで置換すること  
で発光スペクトルが短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGd及び/又はLaで置  
換すること、発光スペクトルが長波長側へシフトする。このように組成を変化すること  
で発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組  
成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を利用して白色系発光に変換す  
るための理想条件を備えている。Yの置換が2割未満では、緑色成分が大きく赤色成分が  
少なくなり、8割以上では、赤み成分が増えるものの輝度が急激に低下する。また、励起  
吸収スペクトルについても同様に、ガーネット構造を持ったYAG系蛍光体の組成の内、  
Alの一部をGaで置換すること、励起吸収スペクトルが短波長側にシフトし、また組成  
のYの一部をGd及び/又はLaで置換すること、励起吸収スペクトルが長波長側へシ  
フトする。YAG系蛍光体の励起吸収スペクトルのピーク波長は、発光素子の発光スペク  
トルのピーク波長より短波長側にあることが好ましい。このように構成すると、発光素子  
に投入する電流を増加させた場合、励起吸収スペクトルのピーク波長は、発光素子の発光  
スペクトルのピーク波長にほぼ一致するため、蛍光体の励起効率を低下させることなく、  
色度ズレの発生を抑えた発光装置を形成することができる。

10

#### 【0033】

このような蛍光体は、Y、Gd、Ce、La、Al、Sm、Pr、Tb及びGaの原料  
として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十  
分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、La、Sm、Pr、Tbの希土類元素  
を化学量論比で酸に溶解した溶解液を酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物  
と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスと  
してフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350~14  
50°Cの温度範囲で2~5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルし  
て、洗浄、分離、乾燥、最後に通すことで得ることができる。また、別の実施の形態  
における蛍光体の製造方法では、蛍光体の原料を混合した混合原料とフラックスからなる  
混合物を、大気中又は弱還元雰囲気中にて行う第一焼成工程と、還元雰囲気中にて行う第  
二焼成工程とからなる、二段階で焼成することが好ましい。ここで、弱還元雰囲気とは、  
混合原料から所望の蛍光体を形成する反応過程において必要な酸素量は少なくとも含むよ  
うに設定された弱い還元雰囲気のことをいい、この弱還元雰囲気中において所望とする蛍  
光体の構造形成が完了するまで第一焼成工程を行うことにより、蛍光体の黒変を防止し、  
かつ光の吸収効率の低下を防止できる。また、第二焼成工程における還元雰囲気とは、弱  
還元雰囲気より強い還元雰囲気をいう。このように二段階で焼成すると、励起波長の吸収  
効率の高い蛍光体を得られる。従って、このように形成された蛍光体にて発光装置を形成  
した場合に、所望とする色調を得るために必要な蛍光体量を減らすことができ、光取り出  
し効率の高い発光装置を形成することができる。

20

30

#### 【0034】

組成の異なる2種類以上の、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物  
系蛍光体を混合させて用いても良い。また、各層に1種の蛍光体のみを含む多層構造とし  
ても良い。多層構造の場合、発光素子から光をより短波長側で吸収発光しやすい蛍光体層  
、それよりも長波長側で吸収発光しやすい蛍光体層の順に配置させることが好ましい。こ  
れによって効率よく吸収及び発光させることができる。

40

#### 【0035】

##### (窒化物系蛍光体)

本実施の形態における蛍光物質は、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及  
びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及  
びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なく  
とも一つの元素で付活された窒化物系蛍光体とすることができる。また、本実施の形態に  
用いられる窒化物系蛍光体としては、半導体発光素子から発光された可視光、紫外線、及

50

30

## 40

## 50

$i_5 N_8 : Eu, Sr_x Ca_{1-x} Si_7 N_{10} : Eu, Sr Si_7 N_{10} : Eu, Ca Si_7 N_{10} : Eu$ で表される蛍光体を使用することが好ましいが、この蛍光体の組成中には、Mg、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種以上が含有されていてもよい。但し、本発明は、この実施の形態及び実施例に限定されない。

しは、Sr、Ca、SrとCaのいずれかである。SrとCaは、所望により配合比を変えることができる。

蛍光体の組成にSiを用いることにより安価で結晶性の良好な蛍光体を提供することができる。

#### 【0038】

発光中心に希土類元素であるユウロビウムEuを用いる。ユウロビウムは、主に2価と3価のエネルギー準位を持つ。本発明の蛍光体は、母体のアルカリ土類金属系窒化ケイ素に対して、 $Eu^{2+}$ を付活剤として用いる。 $Eu^{2+}$ は、酸化されやすく、3価の $Eu_2O_3$ の組成で市販されている。しかし、市販の $Eu_2O_3$ では、Oの関与が大きく、良好な蛍光体を得られにくい。そのため、 $Eu_2O_3$ からOを、系外へ除去したものを使用することが好ましい。たとえば、ユウロビウム単体、窒化ユウロビウムを用いることが好ましい。但し、Mnを添加した場合は、その限りではない。

$Sr_2 Si_5 N_8 : Eu, Pr, Ba_2 Si_5 N_8 : Eu, Pr, Mg_2 Si_5 N_8 : Eu, Pr, Zn_2 Si_5 N_8 : Eu, Pr, Sr Si_7 N_{10} : Eu, Pr, Ba Si_7 N_{10} : Eu, Ce, Mg Si_7 N_{10} : Eu, Ce, Zn Si_7 N_{10} : Eu, Ce, Sr_2 Ge_5 N_8 : Eu, Ce, Ba_2 Ge_5 N_8 : Eu, Pr, Mg_2 Ge_5 N_8 : Eu, Pr, Zn_2 Ge_5 N_8 : Eu, Pr, Sr Ge_7 N_{10} : Eu, Ce, Ba Ge_7 N_{10} : Eu, Pr, Mg Ge_7 N_{10} : Eu, Pr, Zn Ge_7 N_{10} : Eu, Ce, Sr_{1.8} Ca_{0.2} Si_5 N_8 : Eu, Pr, Ba_{1.8} Ca_{0.2} Si_5 N_8 : Eu, Ce, Mg_{1.8} Ca_{0.2} Si_5 N_8 : Eu, Pr, Zn_{1.8} Ca_{0.2} Si_5 N_8 : Eu, Ce, Sr_{0.8} Ca_{0.2} Si_7 N_{10} : Eu, La, Ba_{0.8} Ca_{0.2} Si_7 N_{10} : Eu, La, Mg_{0.8} Ca_{0.2} Si_7 N_{10} : Eu, Nd, Zn_{0.8} Ca_{0.2} Si_7 N_{10} : Eu, Nd, Sr_{0.8} Ca_{0.2} Ge_7 N_{10} : Eu, Tb, Ba_{0.8} Ca_{0.2} Ge_7 N_{10} : Eu, Tb, Mg_{0.8} Ca_{0.2} Ge_7 N_{10} : Eu, Pr, Zn_{0.8} Ca_{0.2} Ge_7 N_{10} : Eu, Pr, Sr_{0.8} Ca_{0.2} Si_6 GeN_{10} : Eu, Pr, Ba_{0.8} Ca_{0.2} Si_6 GeN_{10} : Eu, Pr, Mg_{0.8} Ca_{0.2} Si_6 GeN_{10} : Eu, Y, Zn_{0.8} Ca_{0.2} Si_6 GeN_{10} : Eu, Y, Sr_2 Si_5 N_8 : Pr, Ba_2 Si_5 N_8 : Pr, Sr_2 Si_5 N_8 : Tb, Ba Ge_7 N_{10} : Ce$ などが製造できるがこれに限定されない。

#### 【0039】

添加物であるMnは、 $Eu^{2+}$ の拡散を促進し、発光輝度、エネルギー効率、量子効率等の発光効率の向上を図る。Mnは、原料中に含有させるか、又は、製造工程中にMn単体若しくはMn化合物を含有させ、原料と共に焼成する。但し、Mnは、焼成後の基本構成元素中に含有されていないか、含有されていても当初含有量と比べて少量しか残存していない。これは、焼成工程において、Mnが飛散したためであると思われる。

#### 【0040】

蛍光体には、基本構成元素中に、若しくは、基本構成元素とともに、Mg、Ga、In、Li、Na、K、Re、Mo、Fe、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr、O及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種以上を含有する。これらの元素は、粒径を大きくしたり、発光輝度を高めたりする等の作用を有している。また、B、Al、Mg、Cr及びNiは、残光を抑えることができるという作用を有している。

#### 【0041】

このような窒化物系蛍光体は、半導体発光素子によって発光された青色光の一部を吸収して黄から赤色領域の光を発光する。窒化物系蛍光体をYAG系蛍光体と共に上記の構成を有する発光装置に使用して、半導体発光素子により発光された青色光と、窒化物系蛍光

10

20

30

40

50

体による黄色から赤色光とが混色により暖色系の白色系の混色光を発光する発光装置を提供する。窒化物系蛍光体の他に加える蛍光体には、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質が含有されていることが好ましい。前記イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質を含有することにより、所望の色度に調節することができからである。セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質は、半導体発光素子により発光された青色光の一部を吸収して黄色領域の光を発光する。ここで、半導体発光素子により発光された青色光と、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の黄色光とが混色により青白い白色に発光する。従って、このイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質と赤色発光する蛍光体とを、透光性を有するコーティング部材中に一緒に混合し、半導体発光素子により発光された青色光とを組み合わせることにより白色系の混色光を発光する発光装置を提供することができる。特に好ましいのは、色度が色度図における黒体放射の軌跡上に位置する白色の発光装置である。但し、所望の色温度の発光装置を提供するため、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の蛍光体量と、赤色発光の蛍光体量を適宜変更することもできる。この白色系の混色光を発光する発光装置は、特殊演色評価数R9の改善を図っている。従来の青色発光素子とセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質との組合せのみの白色系発光装置は、色温度 $T_{cp} = 4600\text{K}$ 付近において特殊演色評価数R9がほぼ0に近く、赤み成分が不足していた。そのため特殊演色評価数R9を高めることが解決課題となっていたが、本発明において赤色発光の蛍光体をイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質と共に用いることにより、色温度 $T_{cp} = 4600\text{K}$ 付近において特殊演色評価数R9を40付近まで高めることができる。

#### 【0042】

次に、本発明に係る蛍光体 $(\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ の製造方法を説明するが、本製造方法に限定されない。上記蛍光体には、Mn、Oが含有されている。

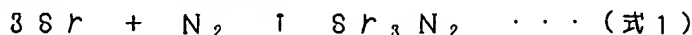
原料のSr、Caを粉砕する。原料のSr、Caは、単体を使用することが好ましいが、イミド化合物、アミド化合物などの化合物を使用することもできる。また原料Sr、Caには、B、Al、Cu、Mg、Mn、MnO、 $\text{Mn}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ などを含有するものでもよい。原料のSr、Caは、アルゴン雰囲気中、グローブボックス内で粉砕を行う。粉砕により得られたSr、Caは、平均粒径が約 $0.1\mu\text{m}$ から $15\mu\text{m}$ であることが好ましいが、この範囲に限定されない。Sr、Caの純度は、2N以上であることが好ましいが、これに限定されない。より混合状態を良くするため、金属Ca、金属Sr、金属Euのうち少なくとも1以上を合金状態としたのち、窒化し、粉砕後、原料として用いることもできる。

#### 【0043】

原料のSiを粉砕する。原料のSiは、単体を使用することが好ましいが、窒化物化合物、イミド化合物、アミド化合物などを使用することもできる。例えば、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{Si}(\text{NH}_2)_2$ 、 $\text{Mg}_2\text{Si}$ などである。原料のSiの純度は、3N以上のものが好ましいが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、Mg、金属ホウ化物( $\text{Co}_3\text{B}$ 、 $\text{Ni}_3\text{B}$ 、 $\text{CrB}$ )、酸化マンガン、 $\text{H}_3\text{BO}_3$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cu}_2\text{O}$ 、 $\text{CuO}$ などの化合物が含有されていてもよい。Siも、原料のSr、Caと同様に、アルゴン雰囲気中、若しくは、窒素雰囲気中、グローブボックス内で粉砕を行う。Si化合物の平均粒径は、約 $0.1\mu\text{m}$ から $15\mu\text{m}$ であることが好ましい。

#### 【0044】

次に、原料のSr、Caを、窒素雰囲気中で窒化する。この反応式を、以下の式1および式2にそれぞれ示す。

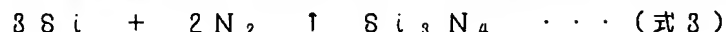


Sr、Caを、窒素雰囲気中、 $600\sim 900^\circ\text{C}$ 、約5時間、窒化する。Sr、Caは、混合して窒化しても良いし、それぞれ個々に窒化しても良い。これにより、Sr、Caの窒化物を得ることができる。Sr、Caの窒化物は、高純度のものが好ましいが、市販

のものも使用することができ、

【0045】

原料のSiを、窒素雰囲気中で窒化する。この反応式を、以下の式3に示す。



ケイ素Siも、窒素雰囲気中、800～1200℃、約5時間、窒化する。これにより、窒化ケイ素を得る。本発明で使用する窒化ケイ素は、高純度のものが好ましいが、市販のものも使用することができ、

【0046】

Sr、Ca若しくはSr-Caの窒化物を粉砕する。Sr、Ca、Sr-Caの窒化物を、アルゴン雰囲気中、若しくは、窒素雰囲気中、グローブボックス内で粉砕を行う。同様に、Siの窒化物を粉砕する。また、同様に、Euの化合物Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を粉砕する。Euの化合物として、酸化ユウロビウムを使用するが、金属ユウロビウム、窒化ユウロビウムなども使用可能である。このほか、原料のZnは、イミド化合物、アミド化合物を用いることもできる。酸化ユウロビウムは、高純度のものが好ましいが、市販のものも使用することができ、粉砕後のアルカリ土類金属の窒化物、窒化ケイ素及び酸化ユウロビウムの平均粒径は、約0.1μmから15μmであることが好ましい。

【0047】

上記原料中には、Mg、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr、O及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種以上が含有されていてもよい。また、Mg、Zn、B等の上記元素を以下の混合工程において、配合量を調節して混合することもできる。これらの化合物は、単独で原料中に添加することもできるが、通常、化合物の形態で添加される。この種の化合物には、H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>、Cu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgCl<sub>2</sub>、MgO・CaO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、金属ホウ化物（CrB、Mg<sub>3</sub>B<sub>2</sub>、AlB<sub>2</sub>、MnB）、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cu<sub>2</sub>O、CuOなどがある。

【0048】

上記粉砕を行った後、Sr、Ca、Sr-Caの窒化物、Siの窒化物、Euの化合物Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を混合し、Mnを添加する。これらの混合物は、酸化されやすいため、Ar雰囲気中、又は、窒素雰囲気中、グローブボックス内で、混合を行う。

【0049】

最後に、Sr、Ca、Sr-Caの窒化物、Siの窒化物、Euの化合物Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の混合物をアンモニア雰囲気中で、焼成する。焼成により、Mnが添加された（Sr<sub>x</sub>Ca<sub>1-x</sub>）<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>：Euで表される蛍光体を得ることができる。ただし、各原料の配合比率を変更することにより、目的とする蛍光体の組成を変更することができる。

【0050】

焼成は、管状炉、小型炉、高周波炉、メタル炉などを使用することができる。焼成温度は、1200から1700℃の範囲で焼成を行うことができるが、1400から1700℃の焼成温度が好ましい。焼成は、徐々に昇温を行い1200から1500℃で数時間焼成を行う一段階焼成を使用することが好ましいが、800から1000℃で一段階目の焼成を行い、徐々に加熱して1200から1500℃で二段階目の焼成を行う二段階焼成（多段階焼成）を使用することもできる。蛍光体の原料は、窒化ホウ素（BN）材質のろつば、ホートを用いて焼成を行うことが好ましい。窒化ホウ素材質のろつばの他に、アルミナ（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）材質のろつばを使用することもできる。

以上の製造方法を使用することにより、目的とする蛍光体を得ることが可能である。

【0051】

本発明の実施例において、赤味を帯びた光を発光する蛍光体として、特に窒化物系蛍光体を使用するが、本発明においては、上述したYAG系蛍光体と赤色系の光を発光可能な蛍光体とを備える発光装置とすることも可能である。このような赤色系の光を発光可能な蛍光体は、波長が400～600nmの光によって励起されて発光する蛍光体であり、例えば、Y<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S：Eu、La<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S：Eu、CaS：Eu、SrS：Eu、ZnS：Mn、ZnCdS：Ag、Al、ZnCdS：Cu、Al等が挙げられる。このようにY

10

20

30

40

50

ＡＧ系蛍光体とともに赤色系の光を発光可能な蛍光体を使用することにより発光装置の演色性を向上させることが可能である。

#### 【００５２】

以上のようにして形成されるアルミニウム・ガーネット系蛍光体、および窒化物系蛍光体に代表される赤色系の光を発光可能な蛍光体は、発光素子の周辺において一層からなる波長変換部材中に二種類以上存在してもよいし、二層からなる波長変換部材中にそれぞれ一種類あるいは二種類以上存在してもよい。このような構成にすると、異なる種類の蛍光体からの光の混色による混色光が得られる。この場合、各蛍光物質から発光される光をより良く混色しかつ色ムラを減少させるために、各蛍光体の平均粒径及び形状は類似していることが好ましい。また、窒化物系蛍光体は、ＹＡＧ系蛍光体により波長変換された光の一部を吸収してしまうことを考慮して、窒化系蛍光体がＹＡＧ系蛍光体より発光素子に近い位置に配置されるように波長変換部材を形成することが好ましい。このように構成することによって、ＹＡＧ系蛍光体により波長変換された光の一部が窒化物系蛍光体に吸収されてしまうことがなくなり、ＹＡＧ系蛍光体と窒化物系蛍光体とを混合して含有させた場合と比較して、混色光の演色性を向上させることができる。また、窒化物系蛍光体を含む第一の蛍光体層は、半導体発光素子の少なくとも一部を被覆し、ＹＡＧ系蛍光体を含む第二の蛍光体層は、第一の蛍光体層と半導体発光素子の少なくとも一部とを被覆する蛍光体積層構造とすることが好ましい。このように構成することにより、窒化物系蛍光体およびＹＡＧ系蛍光体が半導体発光素子の光により直接励起されることにより、蛍光体の励起効率を向上させることができる。

#### 【００５３】

(アルカリ土類金属塩)

本実施の形態における発光装置は、発光素子が発光した光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する蛍光体として、ユウロビウムで付活されたアルカリ土類金属珪酸塩を有することもできる。該アルカリ土類金属珪酸塩は、以下の一般的な式で表されるアルカリ土類金属オルト珪酸塩が好ましい。

$(2-x-y) SrO \cdot x(Ba, Ca)O \cdot (1-a-b-c-d) SiO_2 \cdot aP_2O_5 \cdot bAl_2O_3 \cdot cB_2O_3 \cdot dGeO_2 : \gamma Eu^{2+}$  (式中、 $0 < x < 1.6$ 、 $0.005 < y < 0.5$ 、 $0 < a, b, c, d < 0.5$ である。)

$(2-x-y) BaO \cdot x(Sr, Ca)O \cdot (1-a-b-c-d) SiO_2 \cdot aP_2O_5 \cdot bAl_2O_3 \cdot cB_2O_3 \cdot dGeO_2 : \gamma Eu^{2+}$  (式中、 $0.01 < x < 1.6$ 、 $0.005 < y < 0.5$ 、 $0 < a, b, c, d < 0.5$ である。)

ここで、好ましくは、 $a, b, c$ および $d$ の値のうち、少なくとも一つが $0.01$ より大きい。

#### 【００５４】

本実施の形態における発光装置は、アルカリ土類金属塩からなる蛍光体として、上述したアルカリ土類金属珪酸塩の他、ユウロビウムおよび／またはマンガンで付活されたアルカリ土類金属アルミン酸塩や $Y(V, P, Si)O_4 : Eu$ 、または次式で示されるアルカリ土類金属－マグネシウム－二珪酸塩を有することもできる。

$Me(3-x-y) MgSi_2O_3 : xEu, \gamma Mn$  (式中、 $0.005 < x < 0.5$ 、 $0.005 < y < 0.5$ 、 $Me$ は、 $Ba$ および／または $Sr$ および／または $Ca$ を示す。)

#### 【００５５】

次に、本実施の形態におけるアルカリ土類金属珪酸塩からなる蛍光体の製造工程を説明する。

アルカリ土類金属珪酸塩の製造のために、選択した組成に応じて出発物質アルカリ土類金属炭酸塩、二酸化珪素ならびに酸化ユウロビウムの化学量論的量を密に混合し、かつ、蛍光体の製造に常用の固体反応で、還元性雰囲気のもと、温度 $1100^\circ C$ および $1400^\circ C$ で所望の蛍光体に変換する。この際、 $0.2$ モル未満の塩化アンモニウムまたは他のハロゲン化合物を添加することが好ましい。また、必要に応じて珪素の一部をゲルマニウム、

10

20

30

40

50

ホウ素、アルミニウム、リンで置換することもできるし、ユウロビウムの一部をマンガンで置換することもできる。

【0056】

上述したような蛍光体、即ち、ユウロビウムおよび／またはマンガンで付活されたアルカリ土類金属アルミン酸塩や $Y(V, P, Si)O_4 : Eu$ 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ の—つまたはこれらの蛍光体を組み合わせることによって、以下の表に実施例として示されるように、所望の色温度を有する発光色および高い色再現性を得ることができる。

【0057】



【表 1】

実施例	蛍光体	励起波長 [nm]	色度 x	色度 y	色温度 [K]	演色性Ra
1	$\text{Sr}_{1.4}\text{Ba}_{0.6}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.4619	0.4247	2778	72
2	$\text{Sr}_{1.4}\text{Ba}_{0.6}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.4380	0.4004	2950	73
3	$\text{Sr}_{1.6}\text{Ba}_{0.4}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.4086	0.3996	3497	74
4	$\text{Sr}_{1.9}\text{Ba}_{0.08}\text{Ca}_{0.02}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.3762	0.3873	4183	75
5	$\text{Sr}_{1.9}\text{Ba}_{0.02}\text{Ca}_{0.08}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.3101	0.3306	6624	76
6	$\text{Sr}_{1.6}\text{Ba}_{0.4}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ $\text{Sr}_{0.4}\text{Ba}_{1.6}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.3135	0.3397	6385	82
7	$\text{Sr}_{1.9}\text{Ba}_{0.08}\text{Ca}_{0.02}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.3710	0.3696	4216	82
8	$\text{Sr}_{1.6}\text{Ba}_{0.4}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ $\text{Sr}_{0.4}\text{Ba}_{1.6}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ $\text{YVO}_4 : \text{Eu}^{3+}$	464	0.3756	0.3816	3954	84
9	$\text{Sr}_{1.6}\text{Ba}_{0.4}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ $\text{Sr}_{0.4}\text{Ba}_{1.6}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ アルミン酸バリウムマグネシウム : $\text{Eu}^{2+}$	464	0.3115	0.3390	6489	66
10	$\text{Sr}_{1.6}\text{Ba}_{0.4}(\text{Si}_{0.08}\text{B}_{0.02})\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ $\text{Sr}_{0.6}\text{Ba}_{1.4}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.3423	0.3485	5097	82
11	$\text{Sr}_{1.6}\text{Ba}_{0.4}(\text{Si}_{0.08}\text{B}_{0.02})\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ $\text{Sr}_{0.6}\text{Ba}_{1.4}\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ アルミン酸ストロンチウム マグネシウム : $\text{Eu}^{2+}$	464	0.3430	0.3531	5084	83
12	$\text{Sr}_{1.4}\text{Ba}_{0.6}\text{Si}_{0.95}\text{Ge}_{0.05}\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.4134	0.3959	3369	74
13	$\text{Sr}_{1.4}\text{Ba}_{0.6}\text{Si}_{0.98}\text{P}_{0.02}\text{O}_{4.01} : \text{Eu}^{2+}$	466	0.4630	0.4280	2787	72
14	$\text{Sr}_{1.4}\text{Ba}_{0.6}\text{Si}_{0.98}\text{Al}_{0.02}\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$	464	0.4425	0.4050	2913	73

【0058】

(その他の蛍光体)

本実施の形態において、蛍光体として紫外光により励起されて所定の色の光を発生する蛍光体も用いることができ、具体例として、例えば、

(1)  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{FCl} : \text{Sb}, \text{Mn}$ 

(2)  $\text{M}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl} : \text{Eu}$  (但し、MはSr、Ca、Ba、Mgから選択される少なくとも一種)

- (3)  $\text{BaMg}_2\text{Al}_{18}\text{O}_{27} : \text{Eu}$   
 (4)  $\text{BaMg}_2\text{Al}_{18}\text{O}_{27} : \text{Eu}, \text{Mn}$   
 (5)  $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2 : \text{Mn}$   
 (6)  $\text{Y}_2\text{O}_3 : \text{Eu}$   
 (7)  $\text{Mg}_8\text{As}_2\text{O}_{11} : \text{Mn}$   
 (8)  $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}$   
 (9)  $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S} : \text{Cu}$   
 (10)  $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}$   
 (11)  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{ClBr} : \text{Mn}, \text{Eu}$   
 (12)  $\text{Zn}_2\text{GeO}_4 : \text{Mn}$   
 (13)  $\text{Gd}_2\text{O}_3 : \text{Eu}$ 、及び  
 (14)  $\text{La}_2\text{O}_3 : \text{Eu}$ 等が挙げられる。

10

また、これらの蛍光体は、一層からなる波長変換部材中に単独で用いても良いし、混合して用いてもよい。さらに、二層以上が積層されてなる波長変換部材中の各層に、これらの蛍光体を単独で用いても良いし、混合して用いてもよい。

【0059】

<拡散剤>

蛍光体層中に拡散剤を配合することによって、蛍光体層中の蛍光体の配合量を減らし、発光輝度を高めた蛍光体層を得ることができる。また、指向性を緩和することができる。

拡散剤としては、二酸化珪素、酸化チタン、酸化アルミニウム、炭酸カルシウム、酸化亜鉛、チタン酸バリウムなどの無機系拡散剤が好ましい。エポキシ樹脂、フェノールホルマリン樹脂、ベンゾグアナミン樹脂、メラミン樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、グアナミン樹脂などの有機系拡散剤であってもよい。

20

平均粒径は $1\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ であるのが好ましい。

本発明のある実施の形態において、蛍光体層中の拡散剤は、第1の蛍光体層には第2の蛍光体層より多く配合する。バインダー樹脂と拡散剤の配合量は、(バインダー樹脂) : (拡散剤) = 10 : 0.1 ~ 10 : 2であることが好ましい。

【0060】

また本発明の他の実施の形態では、第1及び第2の蛍光体層に異なる拡散剤を配合した場合、第1の蛍光体層中の拡散剤の屈折率が第2の蛍光体層中の拡散剤の屈折率より大きくなるように配合する。具体的には、第1の蛍光体層中の拡散剤が $\text{Al}_2\text{O}_3$ である場合は、第2の蛍光体層中の拡散剤が屈折率がそれより小さい $\text{SiO}_2$ となるような組合せとすることができる。しかし、第1の蛍光体層中の拡散剤の屈折率が第2の蛍光体層中の拡散剤の屈折率より大きければよく、この組合せに限定するものではない。

30

【0061】

<バインダー樹脂>

本発明のある実施の形態において、第1及び第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の種類が異なり、第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率が、第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率より大きくなるように配合する。前記第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂がエポキシ樹脂であって、前記第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂がシリコン樹脂である組合せとすることができる。しかし、第1の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率が、第2の蛍光体層を形成するバインダー樹脂の屈折率より大きければよく、この組合せに限定するものではない。

40

【0062】

<モールド部材>

モールド部材とは、外部環境からの外力や水分などから蛍光体層やLEDチップを保護すると共に発光素子からの光を効率よく外部に放出させるための部材である。このような、モールド部材を構成する具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコン樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や、金属アルコキシドなどを出発原料としソルゲル法

50

により生成される透光性無機部材、ガラスなどが好適に用いられる。特に、本形態におけるモールド部材は、セラミックに対して浸透性の高い透明樹脂とすることが好ましい。

高密度にLEDチップを配置させた場合は、熱衝撃による導電性ワイヤーの断線などを考慮しエポキシ樹脂、シリコン樹脂やそれらの組み合わせたものなどを使用することがより好ましい。また、モールド部材中には、視野角をさらに増やすために拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等、およびそれらの混合物が好適に用いられる。また、所望外の波長をカットする目的で有機や無機の着色染料や着色顔料を含有させることができる。さらに、蛍光体を含有させることもできる。

#### 【実施例1】

10

#### 【0063】

以下、本発明に係る実施例について詳述する。なお、本発明は以下に示す実施例に限定されるものではない。

図1に本発明に係る実施例において形成される発光装置の模式図を示す。本実施例において、第1の蛍光体層に含有されるシリコンナイトライド系蛍光体は、 $(Sr_{0.7}Ca_{0.3})_2Si_5N_8:Eu$ （以下、「蛍光体1」と呼ぶ。）である。また、第2の蛍光体層に含有されるYAG:Ce系蛍光体は、 $Y_3(Al_{0.8}Ga_{0.2})_5O_{12}:Ce$ （以下、「蛍光体2」と呼ぶ。）である。

#### 【0064】

図1に示されるように、凹部、及び正負一対のリード電極を熱可塑性樹脂を材料として射出成形することにより形成する。青色領域の光が発光可能な半導体発光素子2を絶縁性接着剤により凹部内に接着し固定する。本実施例においては、凹部内に載置される半導体発光素子2をそれぞれ1チップとしたが、複数のチップをそれぞれの凹部内に載置しても構わない。導電性ワイヤーを利用して半導体発光素子2、正電極及び負電極を、リード電極の正電極及び負電極にそれぞれワイヤーボンディングする。

20

#### 【0065】

シリコン樹脂に蛍光体1を含有させた第1の蛍光体層14aの形成材料を調整し、凹部内に載置されている半導体発光素子2が覆われるように、調整した材料を配置し硬化させる。

#### 【0066】

30

続いて、シリコン樹脂に蛍光体2を含有させた第2の蛍光体層14bの形成材料を調整し、半導体発光素子2、及び第1の蛍光体層14aが覆われるように、調整した材料を配置し硬化させる。

#### 【0067】

また、第1の蛍光体層中の拡散剤とバインダー樹脂との平均屈折率が、第2の蛍光体層中の拡散剤とバインダー樹脂との平均屈折率よりも高くするために、第1の蛍光体層中に $Al_2O_3$ 、第2の蛍光体層中に $SiO_2$ を配合しておく。第1及び第2の蛍光体層中の拡散剤及びバインダー樹脂との組合せは第1の蛍光体層の平均屈折率が第2の蛍光体層中の平均屈折率よりも大きくなるように設定していればよく、今回の組み合わせだけに限らない。

40

#### 【0068】

シリコン樹脂に拡散剤を含有させたモールド部材15により、導電性ワイヤー、蛍光体層14a及びb、及び半導体発光素子2を封止する。

#### 【実施例2】

#### 【0069】

図2に本発明に係る実施例において形成される発光装置の模式図を示す。本実施例において、第1の蛍光体層に含有される紫外励起赤色発光蛍光体は、 $YO_2S_2:Eu$ 、 $YVO_4:Eu$ 、 $Gd_2O_3:Eu$ 、 $(Y,Gd)BO_3:Eu$ 、 $YBO_3:Eu$ （以下、「蛍光体1」と呼ぶ。）であり、第2の蛍光体層に含有される紫外励起緑色発光蛍光体は、 $ZnS:Cu$ 、 $Ag$ 、 $Zn_2SiO_4:Mn$ 、 $BaAl_{12}O_{19}:Mn$ 、 $BaMgAl_{16}O_{26}:E$

50

u、Mn（以下、「蛍光体2」と呼ぶ。）、第3の蛍光体層に含有される紫外励起青色蛍光蛍光体は、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ 、 $\text{CaWO}_4:\text{Pb}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ （以下、「蛍光体3」と呼ぶ。）である。

【0070】

図2に示されるように、凹部、及び正負一對のリード電極を熱可塑性樹脂を材料として射出成形することにより形成する。紫外線を発することができる半導体発光素子2を絶縁性接着剤により凹部内に接着し固定する。本実施例においては、凹部内に載置される半導体発光素子をそれぞれ1チップとしたが、複数のチップを凹部内に載置しても構わない。導電性ワイヤーを利用して半導体発光素子2、正電極及び負電極を、リード電極の正電極及び負電極にそれぞれワイヤーボンディングする。

10

【0071】

シリコン樹脂に蛍光体1を含有させた第1の蛍光体層24aの形成材料を調整し、凹部内に載置されている半導体発光素子1及び2が覆われるように、調整した材料を配置し硬化させる。

【0072】

続いて、シリコン樹脂に蛍光体2を含有させた第2の蛍光体層24bの形成材料を調整し、凹部内に載置されている半導体発光素子1及び2、及び第1の蛍光体層24aが覆われるように、調整した材料を配置し硬化させる。

【0073】

更に、シリコン樹脂に蛍光体3を含有させた第3の蛍光体層24cの形成材料を調整し、凹部内に載置されている半導体発光素子1及び2、第1の蛍光体層24a、及び第2の蛍光体層24bが覆われるように、調整した材料を配置し硬化させる。

20

【0074】

また、第1の蛍光体層中の拡散剤とバインダー樹脂との平均屈折率が、第2の蛍光体層中の拡散剤とバインダー樹脂との平均屈折率よりも高くなるように拡散剤を配合しておく。

【0075】

シリコン樹脂に拡散剤を含有させたモールド部材15により、導電性ワイヤー、蛍光体層24a～24c、及び半導体発光素子1及び2を封止する。

【実施例3】

30

【0076】

図3から図12は、本実施例にかかる発光装置およびその形成工程を示す模式的な断面図および上面図である。以下、図面を参照しながら本実施例にかかる発光装置およびその形成方法について説明する。

【0077】

図10に示されるように、本実施例にかかる発光装置は、サブマウント32にフリップチップ実装された発光素子の周囲に第一の蛍光体層36aおよび第二の蛍光体層36bを有する。第一の蛍光体層36aは、透光性のサファイア基板1における発光観測面側主面の少なくとも一部を被覆し、第二の蛍光体層36bは、上記第一の蛍光体層36aおよび発光素子の側面を被覆している。ここで、フリップチップ実装とは、発光素子の電極を、パンフと呼ばれる導電部材と介してサブマウントのような支持基板の導電パターンに対向させ接合することにより機械的および電氣的接続を行う実装方法をいう。以下、本実施例にかかる発光装置の形成方法を説明する。

40

【0078】

サブマウント用基板は、その一方の面に導電性部材を配置し、正電極と負電極とを絶縁分離する導電性パターン31とする。また、導電性部材は、反射率の高いアルミニウム、銀や金およびそれらの合金を使用することが好ましい。サブマウント用基板の材料は、半導体発光素子の材料と熱膨張係数がほぼ等しいもの、例えば、窒化物系半導体発光素子に対して窒化アルミニウムが好ましい。このような材料を使用することにより、サブマウントと発光素子との間に発生する熱応力が緩和され、パンフを介したサブマウントと発光素

50

子との間の電氣的接続は維持できるため、発光装置の信頼性を向上させることができる。あるいは、サブマウント用基板の材料は、保護素子（ツェナーダイオード）が形成可能であり安価でもあるシリコンが好ましい。ツェナーダイオードとして機能するサブマウントは、正電極を有するP型半導体領域と、負電極を有するn型半導体領域とを有し、発光素子のP側電極とn側電極に対して逆並列となるように接続される。即ち、発光素子のn側電極およびP側電極が、サブマウントのP型半導体領域およびn型半導体領域とそれぞれバンパにより電氣的に接続される。さらに、サブマウント32に設けられた正負両電極は、導電性ワイヤ44によってリード電極のような外部電極と接続されている。このように、サブマウントにツェナーダイオードの機能を持たせることにより、正負リード電極間に過大な電圧が印加された場合、その電圧がツェナーダイオードのツェナー電圧を超えると、発光素子の正負両電極間はツェナー電圧に保持され、このツェナー電圧以上になることはない。従って、発光素子間に過大な電圧が印加されるのを防止でき、過大な電圧から発光素子を保護し、素子破壊や性能劣化の発生を防止することができる。

10

【0079】

発光装置の信頼性を向上させるため、発光素子の正負両電極間と絶縁部との間に生じた隙間にはアンダフィルが充填されることが好ましい。アンダフィルの材料は、例えばエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂である。アンダフィルの熱応力を緩和させるため、さらに窒化アルミニウム、酸化アルミニウム及びそれらの複合混合物等がエポキシ樹脂に混入されてもよい。アンダフィルの量は、発光素子の正負両電極とサブマウントとの間に生じた隙間を埋めることができる量である。

20

【0080】

図8に示されるように、発光素子の正負両電極は、上記導電性パターンの正負両電極にそれぞれ対向され固定されている。即ち、発光素子のP側電極およびn側電極は、サブマウントの同一面側に形成された正負両電極にそれぞれ対向させてバンパ33を介して固定される。まず、サブマウントの正負両電極に対し、Auからなるバンパを形成する。次に、発光素子の電極とサブマウントの電極とをバンパを介して対向させ、荷重、熱および超音波をかけることによりバンパを溶着し、発光素子の電極とサブマウントとの電極とを接合する。なお、バンパの材料として、Auの他、共晶ハンダ（Au-Sn）、Pb-Sn、鉛フリーハンダ等を用いることもできる。

【0081】

本実施例のように、フリップチップ実装された発光素子とサブマウントとの複合素子とすることにより、発光素子の透光性基板側から光がとりだせるため発光装置の光取り出し効率が向上し、サブマウントをツェナーダイオードとして信頼性の高い発光装置とすることができる。また、放熱性の高い発光装置とすることができる。

30

【0082】

図4に示されるように、発光素子の透光性基板側からサブマウント用基板に対して第一のスクリーン版34aを配置する。第一のスクリーン版34aは、透光性基板の発光観測面側の主面以外は、マスクするような構成としてある。なお、スクリーン版の代わりとして、導電性ワイヤ44のボールボンディング位置やパーティングライン形成位置等、蛍光体層を形成させたくない位置にメタルマスクを配置しても構わない。

40

【0083】

以下、本実施例における蛍光体層の形成方法を説明する。まず、シリコン樹脂に窒化物系蛍光体を含有させた第一の蛍光体層36aの形成材料を調整する。ここで、形成材料に含有される窒化物系蛍光体および拡散剤の組成は、実施例1と同様とする。図5に示されるように、窒化物系蛍光体を含有させた蛍光体層の形成材料は、発光素子における透光性基板の主面のうち、半導体が積層されていない側の面の少なくとも一部を被覆するようにスキージ35を使ってスクリーン印刷される。図6は、発光素子の透光性基板の発光観測面側主面に第一の蛍光体層36aの形成材料が配置された状態を示す模式的な断面図である。

【0084】

50

次に、シリコン樹脂にＹＡＧ系蛍光体を含有させた第二の蛍光体層３６ｂの形成材料を調整する。ここで、形成材料に含有されるＹＡＧ系蛍光体および拡散剤の組成は、実施例１と同様とする。図７に示されるように、第一の蛍光体層の形成材料が配置された方向からサブマウント用基板に対して第二のスクリーン版３４ｂを配置する。ここで、第二のスクリーン版３４ｂは、上記第一のスクリーン版３４ａとはマスクの間隔が異なり、少なくとも発光素子の側面および第一の蛍光体層形成材料がマスクされないような構成としてある。さらに、図８に示されるように、ＹＡＧ系蛍光体を含有させた第二の蛍光体層３６ｂの形成材料は、上記第一の蛍光体層３６ａの形成材料と、発光素子の側面方向とを被覆するようにスクリーン印刷される。

#### 【００８５】

図９は、第一の蛍光体層形成材料と発光素子の側面方向とを被覆するように、第二の蛍光体層の形成材料が配置された状態を示す模式的な断面図である。図９に示されるように、第二のスクリーン版３４ｂを取り外し、第一および第二の蛍光体層の形成材料を硬化させる。なお、ここで、第一および第二の蛍光体層の形成材料は別々に硬化させても構わない。即ち、第一の蛍光体層の形成材料を硬化させた後、第二の蛍光体層の形成材料をスクリーン印刷し、硬化させても構わない。このように形成することにより、第一の蛍光体層形成材料のタレを防ぎ、第一の蛍光体層をサブファイア基板の発光観測面側主面方向に確実に配置することができる。最後に、パーティングラインに沿って少なくとも一つの発光素子がサブマウントに載置されるようにサブマウント用基板をカットすると、蛍光体層が発光素子の周囲に形成された素子が得られる。

#### 【００８６】

本実施例のように第一および第二の蛍光体層を形成することにより、ＹＡＧ系蛍光体を含有する蛍光体層のうち、第一の蛍光体層を被覆する部分は、窒化物系蛍光体により波長変換された光を吸収することなく発光観測面側に反射させ、波長変換されることなく第一の蛍光体層を透過してきた発光素子からの光の少なくとも一部の光を吸収して発光する。一方、ＹＡＧ系蛍光体を含有する蛍光体層のうち発光素子の側面方向を被覆する部分は、窒化物系蛍光体を含む層を間に介することなく発光素子からの光により直接励起される。したがって、発光素子からの光により励起されるＹＡＧ系蛍光体による発光と、同じく発光素子からの光により励起される窒化物系蛍光体による発光とが混色し合うため、蛍光体の励起効率を高め発光装置の従来と比較して演色性を高めることができる。

#### 【００８７】

図１１は、本実施例における発光装置の模式的な上面図を示し、図１２は、図１１に示される発光装置のＡ－Ａ'における断面図である。本実施例における発光装置は、半導体素子に電力を供給するための正負一對のリード電極４３ａ、４３ｂを有し半導体素子を収納するためのパッケージ４１と、発光素子から出射される光の配光性を制御するためのレンズ４８と、パッケージ４１の凹部とレンズとの間に充填された封止部材４７とを少なくとも有する。

#### 【００８８】

本実施例におけるパッケージ４１は、成型用樹脂を材料とした射出成型により、金属基体４５とリード電極４３ａ、４３ｂの一部が成型用樹脂に被覆されるように一体成型されている。また、金属基体４５は、半導体素子を載置するための凹部底面４２を有し、熱伝導性のよい金属を材料とするため、発光装置の放熱性を向上させることができる。本実施例において半導体発光素子が載置されたサブマウント３２は、図１１および図１２に示されるように、銀ペーストにてパッケージの凹部底面４２に固着される。導電性ワイヤ４４は、サブマウント３２の導電パターン３１と、パッケージの凹部底面４２近傍に露出されたリード電極４３ａ、４３ｂを接続する。封止部材４７の材料は、上述したモールド部材と同じ材料とすることができる。本実施例における封止部材４７は、導電性ワイヤの周囲を被覆するゲル状のシリコン樹脂と、そのゲル状のシリコン樹脂とレンズ４８とを接着するラバー状のシリコン樹脂とからなる多層構造とされている。このように、柔軟性を有するゲル状のシリコン樹脂にて導電性ワイヤを被覆することにより、導電性ワイヤ

10

20

30

40

50

の断線を防ぎ、信頼性の高い発光装置とすることができ、

#### 【0089】

なお、本実施例における別の態様として、サブマウントに設けられる正負一対の電極の何れか一方と極性を同じくする裏面電極をサブマウントに設けることもできる。このとき、サブマウントの裏面電極は、リード電極と導通させた凹部底面に対向され導電性接着剤を介して固着される。このように裏面電極を有するサブマウントとすることにより、導電性ワイヤの本数を減らし、ワイヤ切れのない信頼性の高い発光装置とすることができ、

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0090】

本発明にかかると蛍光体積層構造を有する光源は、低電圧駆動、小型軽量化、耐久性、長寿命などの長所を有し、次世代の省エネルギー照明源として、また、車載の表示光源や携帯電話表示部のバックライトとして用いることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0091】

【図1】青色LEDを発光源とし、第1層をシリコンナイトライド蛍光体、第2層をセリウムで付活されたYAG蛍光体で構成した発光装置の概略図、

【図2】紫外LEDを発光源とし、第1層を紫外励起赤色発光蛍光体、第2層を紫外励起緑色発光蛍光体、第3層を紫外励起青色発光蛍光体で構成した発光装置の概略図、

【図3】本発明にかかると蛍光体積層構造の一実施例を示す模式的な断面図、

【図4】本発明にかかると蛍光体積層構造の一実施例を示す模式的な断面図、

【図5】本発明にかかると蛍光体積層構造の一実施例を示す模式的な断面図、

【図6】本発明にかかると蛍光体積層構造の一実施例を示す模式的な断面図、

【図7】本発明にかかると蛍光体積層構造の一実施例を示す模式的な断面図、

【図8】本発明にかかると蛍光体積層構造の一実施例を示す模式的な断面図、

【図9】本発明にかかると蛍光体積層構造の一実施例を示す模式的な断面図、

【図10】本発明にかかると蛍光体積層構造の一実施例を示す模式的な断面図、

【図11】本発明にかかると発光装置の一実施例を示す模式的な上面図、

【図12】本発明にかかると発光装置の一実施例を示す模式的な断面図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0092】

1 サファイア基板

2 半導体層

13、13a、13b リードフレーム

14a シリコンナイトライド蛍光体

14b YAG:Ce系蛍光体

15 シリコン樹脂 モールド部材

24a 紫外励起赤色発光蛍光体

24b 紫外励起緑色発光蛍光体

24c 紫外励起青色発光蛍光体

31 導電性パターン

32 サブマウント

33 パンプ

34a 第一のスクリーン版

34b 第二のスクリーン版

35 スキージ

36a 第一の蛍光体層の形成材料

36b 第一の蛍光体層の形成材料

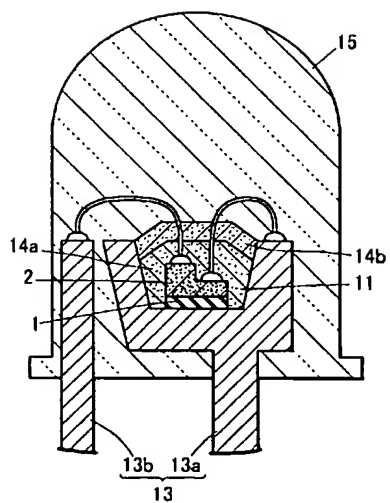
41 パッケージ

42 凹部底面

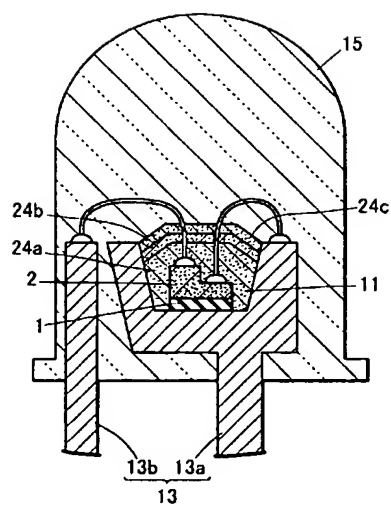
43a、43b リード電極

- 4 4 導電性ワイヤ
- 4 5 金属基体
- 4 6 半導体素子
- 4 7 封止部材
- 4 8 レンズ

【図 1】

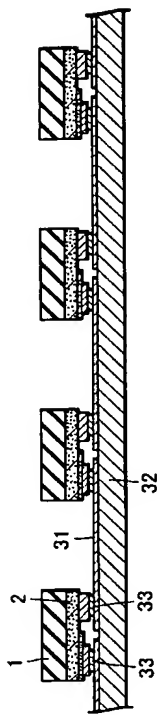


【図 2】

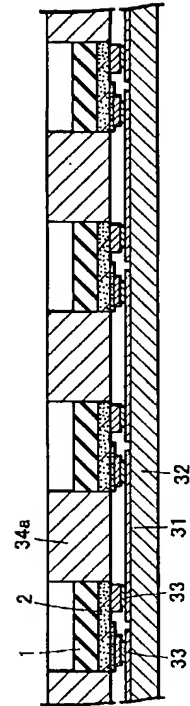




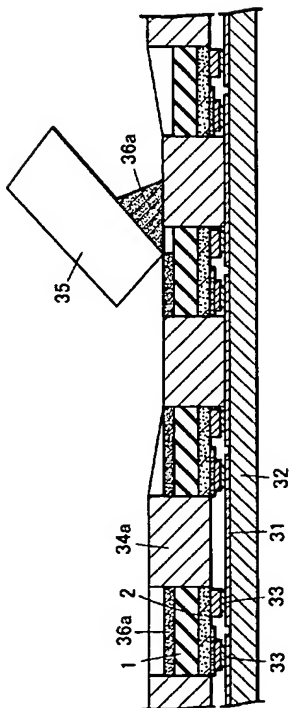
【図 3】



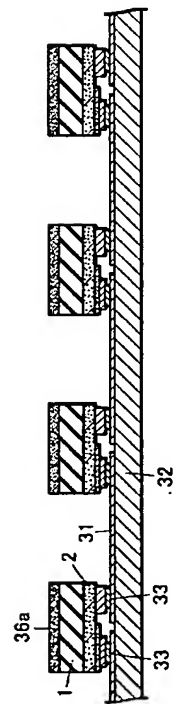
【図 4】



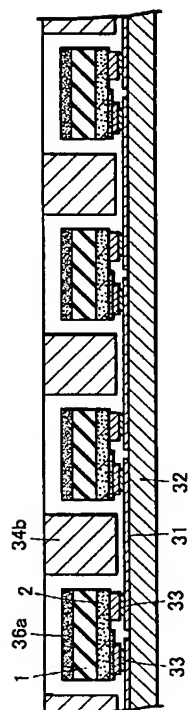
【図 5】



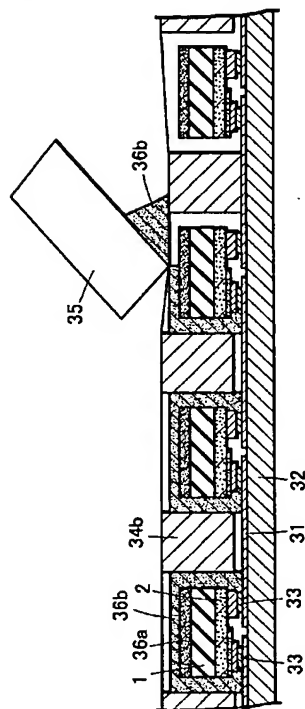
【図 6】



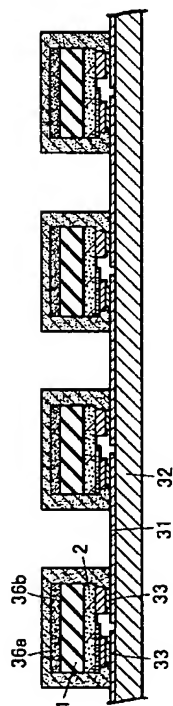
【図 7】



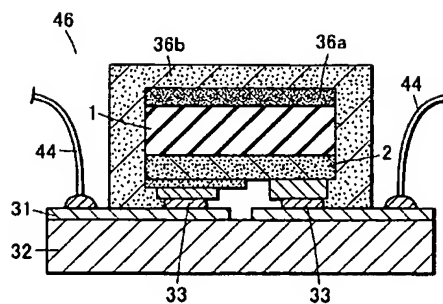
【図 8】



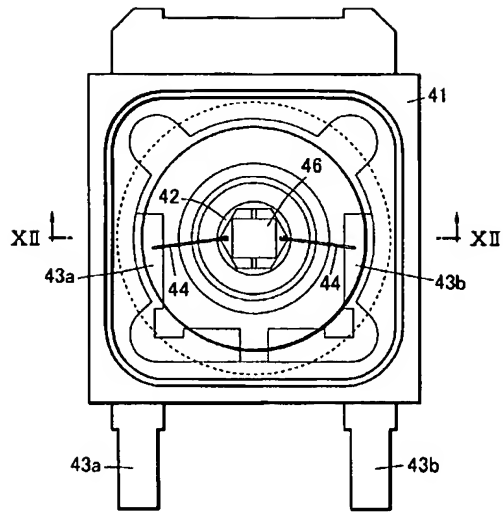
【図 9】



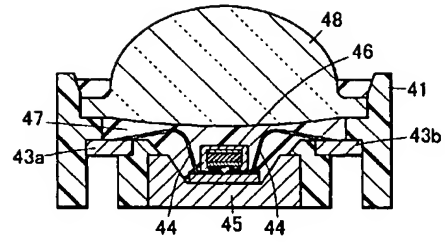
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

C 0 9 K 11/80 C P P

Fターム(参考) 4H001 CA05 CC01 CC04 CC05 CC13 XA07 XA08 XA13 XA14 XA20  
XA31 XA38 XA39 YA58 YA63  
5F041 AA04 AA05 DA01 DA03 DA07 DA18 DA42 DA45 DA57 DA58  
DB02 DB03 EE16 FF01 FF11